

Contrôle de Chimie des Solutions

Durée 1h 30min

EXERCICE I (8 points):

Remarque : Les parties I, II et III sont indépendantes.

I. On dissout 10^{-2} moles de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) dans un litre d'eau, on obtient la solution A.

- 1- Ecrire la réaction de dissociation de NH_4Cl .
- 2- Quelle est la nature de cette solution ? Justifier votre réponse.
- 3- Calculer le pH de la solution.

II. Soit une solution aqueuse B contenant 10^{-2} mol/l d'ammoniac (NH_3).

- 1- Ecrire la réaction en solution.
- 2- Calculer le pH correspondant.

III. On mélange $V_1 = 40$ ml de la solution A et $V_2 = 60$ ml de la solution B, on obtient la solution C.

- 1- Calculer la concentration de NH_4^+ et de NH_3 dans la solution C.
- 2- Ecrire la réaction chimique qui a lieu.
- 3- Calculer le pH de la solution C.

Données : $\text{pK}_A(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3) = 9,2$; $T = 25^\circ\text{C}$.

EXERCICE II (6 points) :

On considère 100 ml d'une solution saturée de chlorure d'argent AgCl dont $\text{pK}_s = 9,8$ à 25°C .

- 1- Ecrire la réaction de dissociation de AgCl et calculer sa solubilité.

A cette solution, on ajoute $2 \cdot 10^{-4}$ moles de chlorure de plomb PbCl_2 solide.

- 2- Ecrire la réaction de dissolution de PbCl_2 .
- 3- Calculer la nouvelle concentration des ions chlorures en solution ?
- 4- Comment varie la solubilité de AgCl ? Justifier.
- 5- Déterminer la nouvelle valeur de la solubilité du chlorure d'argent.

EXERCICE III (6 points):

L'acide chlorhydrique (HCl) attaque le zinc métallique avec un dégagement d'hydrogène.

On fait réagir 5 g de zinc sur 50 ml d'acide chlorhydrique 0,1 mol/l.

- 1- Ecrire l'équation des demi-réactions et de la réaction globale correspondante.
- 2- Calculer en fin de réaction la concentration des ions Zn^{2+} en solution.
- 3- En déduire la masse de Zn qui a réagit.

Données : $E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$; $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g/mol}$

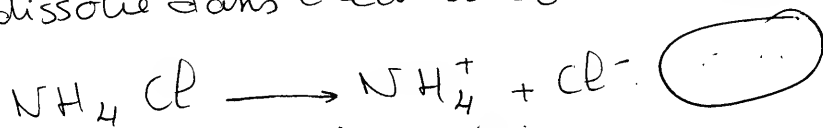
Correction du contrôle de chimie de solution

①

Exercice 1

I. Quest 1 : Réact de dissolut du sel

NH_4Cl est un sel d'acide fort et de base faible
il se dissocie dans l'eau selon la réact:

Quest 2 : Nature de la solut

○ Cl^- est un ion indifférent d'où la solution
obtenue est une solut d'acide faible NH_4^+ .

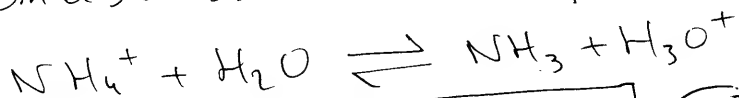
Justification:

Pour démontrer que NH_4^+ est un acide faible on

○ Calcule: $\text{p}K_a + \text{p} \log c = 9,2 + \text{p} \log 10^{-2} = 7,2 > 1$
d'où NH_4^+ est un acide faible.

Quest 3 : Calcul du pH de la solut

On a une solut d'acide faible:



d'où $\boxed{\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - \text{p} \log c)}$ ○

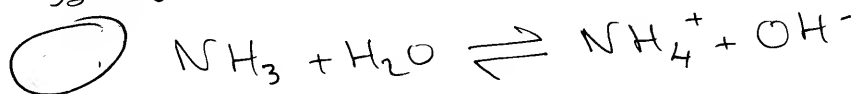
$\text{pH} = \frac{1}{2} (9,2 - \text{p} \log 10^{-2}) \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 5,6}$ ○

II - $B = \text{NH}_3$, $[\text{NH}_3] = 10^{-2} \text{ M}$.

2.

Quest 1 : Réact d'équilibre

NH_3 est une base faible, elle se dissout ds l'eau selon la réaction



Quest 2 : pH de la solution

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

Pour une base faible $\boxed{\text{pOH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_B - \log c_b)}$

d'autre part on a : $\text{pH} + \text{pOH} = \text{pK}_e$

A 25°C $\text{pK}_e = 14$ d'où $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

$$\Rightarrow \boxed{\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} (\text{pK}_B - \log c_b)}$$

$$\text{pK}_B + \text{pK}_A = \text{pK}_e = 14 \Rightarrow \text{pK}_B = 14 - \text{pK}_A$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 14 - \frac{1}{2} (14 - \text{pK}_A - \log c_b)$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{pK}_A + \frac{1}{2} \log c_b}$$

AN1 $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} (9,2) + \frac{1}{2} \log 10^{-2}$

$$\boxed{\text{pH} = 10,6}$$

III - Mélange de NH_4^+ et NH_3

Quest 1 : Calcul de $[\text{NH}_4^+]$ et $[\text{NH}_3]$

* Calcul de $[NH_4^+]$:

(3)

$$[NH_4^+] = \frac{n_a}{V_T} = \frac{C_a V_a}{V_T}$$

$$[NH_4^+] = \frac{40 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow [NH_4^+] = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

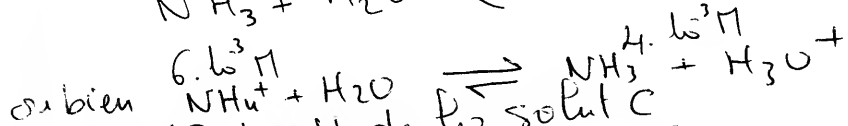
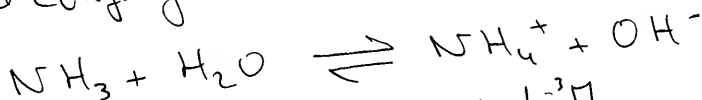
* Calcul de $[NH_3]$

$$[NH_3] = \frac{n_b}{V_T} = \frac{C_b V_b}{V_T}$$

$$\text{A.N.1 } [NH_3] = \frac{60 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow [NH_3] = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Quest 2 :

Le mélange est constitué de NH_4^+ , NH_3 , H_2O et Cl^- .
On a donc un équilibre entre la base NH_3 et son acide conjugué NH_4^+ .



Quest 3 : pH de la solution

L'équilibre précédent est caractérisé par :

$$K_B = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \quad \text{soit bien } K_A = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

d'autre part :

$$K_B \cdot K_A = K_e$$

$$\text{et } [H_3O^+][OH^-] = K_e$$

$$K_B = \frac{K_e}{K_A}$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$$

d'où : $K_A = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$

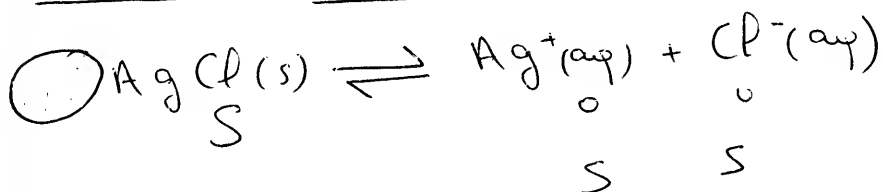
\Rightarrow $\boxed{pH = pK_A + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}}$

A.N : $pH = 9,2 + \log \frac{6.10^{-3}}{4.10^{-3}}$

$\boxed{pH = 9,37}$

Exercice 11 : solubilité

Quest 1 : Réact de dissolut de AgCl



* calcul de s :

$K_s = [Ag^+][Cl^-]$

or $[Ag^+] = [Cl^-] = S$

$\Rightarrow K_s = S^2 \Rightarrow S = (K_s)^{1/2}$

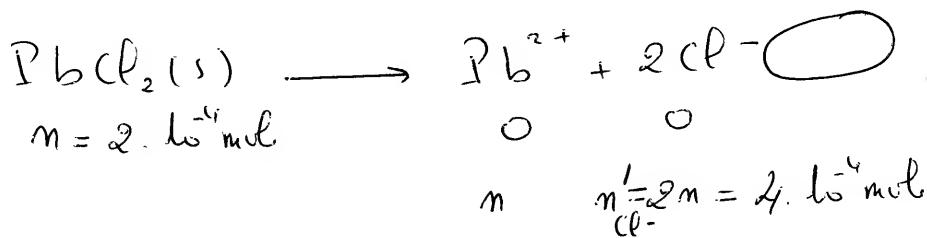
d'autre part $pK_s = -\log K_s \Rightarrow K_s = 10^{-pK_s}$

$\Rightarrow \boxed{S = (10^{-pK_s})^{1/2}}$

A.N : $S = (10^{-9,8})^{1/2} \Rightarrow \boxed{S = 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}}$

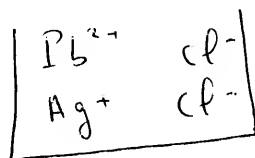
Quest 2 Réact de dissolut de $PbCl_2$.

(5)



Quest 3 : Concentrat des ions Cl^{-} de la solut

La concentrat de Cl^{-} est la Σ
des concentrat des ions Cl^{-} provenant
de $AgCl$ et celle provenant de $PbCl_2$.



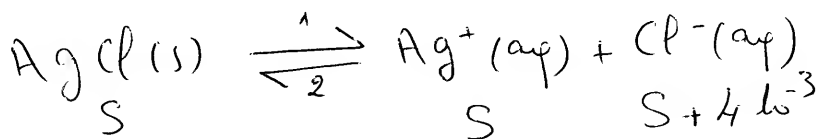
$$[Cl^{-}]_{Tot} = [Cl^{-}]_{AgCl} + [Cl^{-}]_{PbCl_2} = S + \frac{2n_{PbCl_2}}{V_{AgCl}}$$

$$[Cl^{-}]_{Tot} = S + \frac{4 \cdot 10^{-4}}{100 \cdot 10^{-3}}$$

$$[Cl^{-}]_{Tot} = 1,26 \cdot 10^{-5} + 4 \cdot 10^{-3}$$

$$[Cl^{-}]_{Tot} = 4,01 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Quest 4 : Variat de la solubilité de $AgCl$.



Quand on ajoute $PbCl_2$ à la solut $AgCl$,
la concentrat de Cl^{-} augmente d'où d'après la loi

d'action de masse, l'équilibre se déplace ⑥
 dans le sens de \rightarrow de la qté ajoutée \Rightarrow l'équilibre
 se déplace dans le sens $\rightarrow \Rightarrow$ la solubilité de
 AgCl \rightarrow ○

Quest 5 Calcul de la nouvelle valeur de s

soit s' la nouvelle valeur de la solubilité

on a: $K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$

$$K_s = s' \cdot (s + 4 \cdot 10^{-3})$$
 ○

$$K_s = s' \cdot 4,01 \cdot 10^{-3}$$

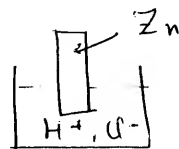
$$s' = \frac{K_s}{4,01 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow s' = \frac{10^{-9,8}}{4,01 \cdot 10^{-3}}$$

$$s' = 3,95 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$$
 ○

Exercice 2

Quest 1

En comparant les potentiels standards



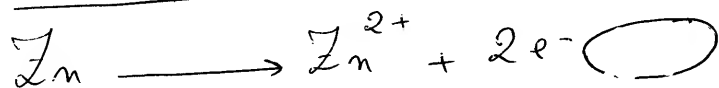
$$E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} < E^\circ_{\text{H}^+/\text{H}_2} \Rightarrow \text{Zn subit une Réact d'oxydation}$$

○

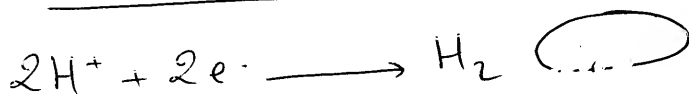
H^+ " " $\frac{1}{2}$ " de Réduct

* $\frac{1}{2}$ Réact d'oxydat

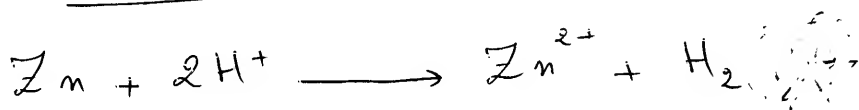
(7)



* $\frac{1}{2}$ Réact de Réduct



* Réact bilan



Quest 2 / Calcul de $[\text{Zn}^{2+}]$

$$[\text{HCl}] = 10^{-1} \text{ M}, V = 50 \cdot 10^{-3} \text{ l.}$$



$t=0$

$$n_{i,\text{H}^+}^0 =$$

0

t_f

$$n_{f,\text{H}^+} = n_{i,\text{H}^+} - 2x$$

X

$$\textcircled{m_{i,\text{H}^+}} = C_a \cdot V_a = 10^{-1} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \boxed{m_{i,\text{H}^+} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

La réact prend fin qd H^+ est complètement consommé

$$\Rightarrow m_{f,\text{H}^+} = m_{i,\text{H}^+} - 2x = 0 \Rightarrow \boxed{x = \frac{m_{i,\text{H}^+}}{2}}$$

$$\boxed{x = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{2} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

d'après la réaction bilan on a

$$n_{Zn^{2+}} = X = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow [Zn^{2+}] = \frac{n_{Zn^{2+}}}{V} = \frac{X}{V}$$

$$\frac{A.N}{[Zn^{2+}]} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow [Zn^{2+}] = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

Quest 3 : calcul de la masse de Zn oxyde

le nbr de mol de Zn oxyde = nbr de mol de Zn^{2+} formé. ()

$$\Rightarrow n_{Zn, \text{oxyd}} = X = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

$$\text{d'autre part } n_{Zn, \text{oxyd}} = \frac{m}{M_{Zn}} = X$$

$$\Rightarrow m_{\text{poid}} = n_{Zn, \text{oxyd}} \cdot M_{Zn}$$

$$m_{\text{poid}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 65$$

$$m_{\text{poid}} = 0,1625 \text{ g}$$